

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **05233780 A**

(43) Date of publication of application: **10 . 09 . 93**

(51) Int. Cl

G06F 15/62

(21) Application number: **04030447**

(22) Date of filing: **18 . 02 . 92**

(71) Applicant: **HITACHI LTD**

(72) Inventor: **OKANO MASAMI
KURIHARA TSUNEYA
ARAI KIYOSHI**

(54) SHAPE DEFORMING METHOD

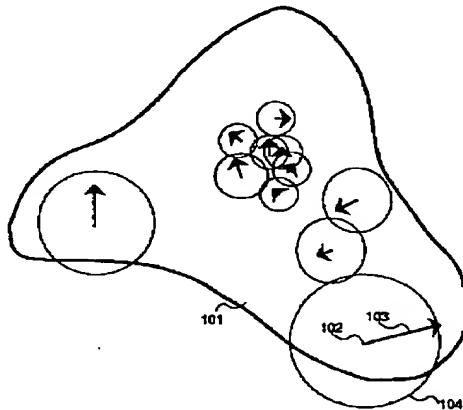
smooth shape by a user becomes possible.

(57) Abstract:

COPYRIGHT: (C)1993,JPO&Japio

PURPOSE: To easily enable complicated shape deformation by imparting plural control points and the moving destination interactively to the surface of a three-dimensional object composed of a polyhedron and moving the control points and the vertex in the surroundings by depending on the distance from the control point.

CONSTITUTION: Plural control points 102 and the moving destination are imparted to the surface of a three-dimensional object 101 composed of a polyhedron. A range 104 deforming by being affected by a moving vector 103 by the compression of the control point 102 is determined. A virtual displacement vector is determined so that the control point 102 may coincide with the moving destination when the sum of deformation quantity is determined and the deformation quantity of the control point 102 and the vertex in the surroundings is determined by using this, depending on the distance from the control point 102. Thus, complicated shape deformation becomes possible, the deformation of the surface shape of the three-dimensional object 101 can be designated carefully and the deformation to a desired



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-233780

(43)公開日 平成5年(1993)9月10日

(51)Int.Cl.⁵

G 0 6 F 15/62

識別記号

3 5 0

庁内整理番号

8125-5L

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数4(全6頁)

(21)出願番号

特願平4-30447

(22)出願日

平成4年(1992)2月18日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 岡野 真美

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 栗原 恒弥

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 新井 清志

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74)代理人 弁理士 小川 勝男

(54)【発明の名称】 形状変形方法

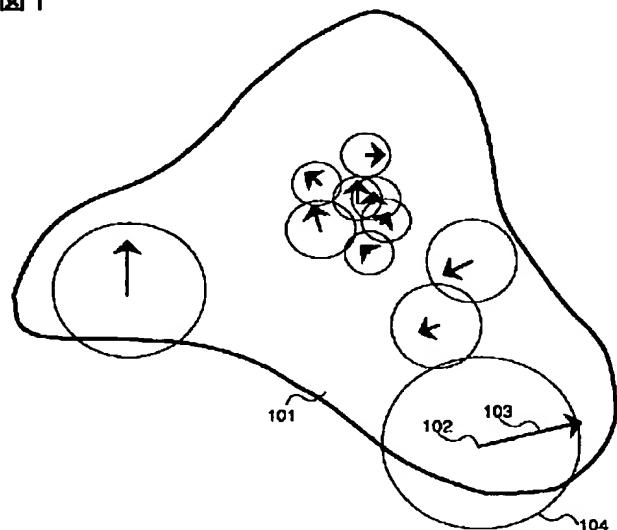
(57)【要約】

【目的】多面体から構成される三次元物体表面に対話的に複数の制御点とその移動先を与え、制御点とその周囲の頂点を制御点からの距離に依存して移動させることで、容易に複雑な形状変形を可能とする。

【構成】多面体から構成される三次元物体表面に複数の制御点とその移動先を与える。制御点の疎密により、移動ベクトルの影響を受けて変形する範囲を求める。変形量の総和を求めた時に制御点が移動先に一致するよう仮想的な変位ベクトルを求め、これを用いて制御点とその周囲の頂点の変形量を制御点からの距離に依存して求める。これにより、複雑な形状変形を可能とする。

【効果】本発明により、三次元物体表面に制御点と移動ベクトルを入力するだけで、三次元物体表面形状の変形をきめ細かに指定することができる。また、制御点の疎密によって移動ベクトルの影響範囲を求ることにより、ユーザ所望の滑らかな形状に変形することができる。

図1



【特許請求の範囲】

【請求項1】多面体から構成される三次元物体の形状を変形する方法において、多面体の頂点の中から複数の制御点 C_i ($1 \leq i \leq n$)を選び、移動ベクトル V_i ($1 \leq i \leq n$)と呼ぶ該制御点の移動先を与え、該移動ベクトルによる該制御点の周囲の頂点の変形量を該制御点からの距離に依存して求め、該変形量の総和によって求まる C_i の移動量を V_i に一致させるために、仮想的な変位ベクトル W_i ($1 \leq i \leq n$)を用いることを特徴とする形状変形方法。

【請求項2】前記制御点の疎密を各制御点間の距離から求め、該疎密により前記移動ベクトルの影響を受けて変形する範囲を求めることが特徴とする特許請求の範囲請求項1の三次元物体の形状変形方法。

【請求項3】整数パラメータ n と実数パラメータ k を与える、前記移動ベクトルの影響範囲を、各々の制御点における制御点間の距離の短い値から n 番目の k 倍の値に指定することを特徴とする特許請求の範囲請求項1の三次元形状変形方法。

【請求項4】整数パラメータ n と実数パラメータ k を与える、前記移動ベクトルの影響範囲を、制御点が影響範囲内に n 個入ったときの距離の k 倍の値に指定することを特徴とする特許請求の範囲請求項1の三次元形状変形方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、三次元物体の形状の変形を行う方法に係り、特に三次元形状の局所的な変形を対話的に行う場合に好適な方法に関する。

【0002】

【従来の技術】コンピュータグラフィックスやCADなどの分野で扱う三次元物体の形状を対話的に変形するとき、物体表面の局所的な変形操作が必要になることが多い。特に、三次元顔モデルを変形してデザインするときには、局所的な変形操作が不可欠である。

【0003】三次元顔モデルを変形してデザインするときには、アイ・イー・イー・イーコンピュータグラフィックス アンド アプリケーションズ、2、9 (1982年) 第61頁から第68頁 (IEEE Computer Graphics and Applications, Vol. 2, No. 9 (1982) PP61-68) において論じられているように、パラメータ化したモデルを用いる方法が知られている。これは、目、口の開閉、眉の移動などの量を表す限られたパラメータの値を指定することによって、三次元顔モデルを変形する方法である。

【0004】また、エー・シー・エム コンピュータグラフィックス、21、4、シググラフ'87 コンファレンスプロシーディングス (1987年) 第17頁から第24頁 (ACM Computer Graphics, Vol. 21, No. 4, SIGGRAPH '87 Conference Proceedings (1987) PP17-24) において論じられているように、筋肉の物理的シミュレーションを用いる方法も知られている。これは、表情を制御する

筋肉モデルを作り、筋肉モデルを伸縮させることによつて顔を変形させて、三次元顔モデルを変形する方法である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】パラメータ化したモデルを用いる方法では、各々のパラメータで指定できる変形が大局的であるため、複雑な変形を行なうことは難しかった。また、複雑な変形に対応するためにパラメータの数を増やすと、操作の容易さが失われてしまうという問題があった。筋肉の物理的シミュレーションを用いる方法では、筋肉の強さや伸縮の影響範囲など、変形結果と直感的に結びつきにくい物理的特性を指定するので、目的の変形結果を得ることは容易ではなかった。

【0006】本発明の目的は、物体表面の中で動かしたい部分を対話的に操作することにより、容易に複雑な変形ができ、ユーザ所望の滑らかな形状が得られる三次元物体の形状変形方法を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、まず三次元物体表面から複数の制御点を選び、その移動先を入力する。制御点間の距離から制御点の疎密を求める。その疎密により、制御点の周囲の頂点で、移動ベクトルの影響を受けて変形する範囲を決定する。ここで、疎密により影響範囲を決定するということは、制御点の密度の高いところでは、影響範囲を小さくし、逆に密度の低いところでは、影響範囲を大きくすることを意味している。次に、複数の制御点をそれぞれ指定した移動先へ移動させるために、仮想的な変位ベクトルを求める。それを用いて各々の頂点における変形量を制御点からの距離に依存して求め、その総和により頂点を移動し、三次元物体の形状変形を行う。

【0008】

【作用】三次元物体表面に制御点と移動ベクトルを入力することによって、三次元物体表面の中で動かしたい部分を精密かつ容易に操作できる。仮想的な変位ベクトルを用いることによって、複数の制御点をそれぞれ指定した移動先へ移動させることができとなり直感的な変形操作が容易にできる。移動ベクトルの影響範囲を制御点の疎密に依存させることによって、疎密の変化の激しい部分においても計算が破綻することなくユーザ所望の滑らかな形状に変形することができる。移動ベクトルの影響範囲を計算によって求めることで、1つ1つ入力する手間を省くことができる。以上により、容易に三次元物体表面形状の複雑な変形ができる。

【0009】

【実施例】本発明の処理の概念を図1に、処理の概要を図2に示す。まず、多面体から構成される三次元物体(101)をディスプレイ(307)に表示し(201)、その物体を変形するために複数の制御点(102)と移動ベクトル(103)をマウスによって対話的に入力する(202)。次に、制御点

間の距離により制御点の疎密を求め、その疎密に依存させ移動ベクトルの影響範囲(104)を計算する(204)。次に、制御点Ciの移動量がViに等しくなるように、仮想的な変位ベクトル(402)を求める(205)。それを用いて、移動ベクトルの影響範囲(104)での任意の点における変形量を、制御点からの距離をパラメータとする関数によって求める(206)。さらに、その変形量の総和を求め、制御点Ciの移動量がViに等しくなるように変形する(203)。

【0010】図2に示す処理を行うシステムの構成を図3に示す。記憶装置(302)の中で、物体の表面を構成する点の座標と接続情報(303)を、物体形状変形プログラム(304)によって変形後の物体の表面を構成する点の座標と接続情報(305)に変換する。制御点(102)の位置と移動ベクトル(103)は、マウス等の入力装置(301)を用いてユーザが対話的に入力する(202)。中央処理装置(306)では、記憶装置(302)内のプログラムを処理し、ディスプレイ(307)では、プログラムの処理過程および処理結果を表示する。

【0011】以下、本発明を三次元顔モデルのデザインに適用する場合の一実施例を図4から図6までにより詳細に説明する。

【0012】(1)三次元顔モデルのデザインの処理の概要

本発明を三次元顔モデルのデザインに適用する場合は、まず、人間の頭部表面の三次元形状を多面体の集合で表しているモデルを用意する。この顔モデル上の多面体の頂点の中から複数の制御点を選び、その移動先を与える。ここで、移動ベクトルは二次元で与えられるため、三次元の変形を行なうときは顔モデルを回転しても一度変形操作を行なう必要がある。このようにして与えられた制御点と移動ベクトルによって、三次元顔モード

$$\begin{aligned} V1 &= A11W1 + A12W2 + A13W3 \\ V2 &= A21W1 + A22W2 + A23W3 \\ V3 &= A31W1 + A32W2 + A33W3 \end{aligned}$$

【0018】と表される。

【0019】ここで、点jから点iへの影響度とは、点jの影響範囲の中に制御点iが存在する時の点iへの影響度のことである。特に、点iから点iへの影響度は1とし、また、影響のない場合は0とする。この連立方程式によ

$$Vi = \sum_{j=1}^n (Aij \cdot Wj) \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

【0022】で表される。

【0023】(4)変形量について

制御点の移動に伴い、そのまわりの頂点も移動させる。まず、制御点を移動させるには、仮想的な変位ベクトルを用いる。移動ベクトルの影響範囲に含まれる頂点の移動については、仮想的な変位ベクトルによる変形量を制

* ルを変形してデザインする。

【0013】(2)移動ベクトルの影響範囲について三次元顔モデルのデザインのように複雑な変形をする場合には、図4のように多くの制御点が必要となり、制御点の疎密の変化が激しくなる。その時の変形する三次元物体の切り口(401)の断面図(404)を見ると、移動ベクトルの影響範囲内に制御点がいくつも入るものがあり、変形量の総和を求めた時に計算が破綻し、変形後の形状は、(403)のようになることがわかる。そのため、移動

10 ベクトルの影響範囲を、制御点の疎密に応じて適当な大きさに指定しなければならない。つまり、制御点の密度の高いところでは、移動ベクトルの影響範囲を小さくし、逆に制御点の密度の低いところでは、移動ベクトルの影響範囲を大きくしなければならない。

【0014】例えば、請求項3で示したように、制御点間の距離の短い値から2番目の1.5倍の値を影響範囲とするという方法が考えられる。また、請求項4で示したように、制御点が影響範囲内に3個入ったときの距離の0.8倍の値に指定するという方法も考えられる。

20 【0015】(3)仮想的な変位ベクトルについて移動ベクトルの影響範囲内にある制御点の移動ベクトルによる変形量の総和を求めるとき、移動ベクトルの大きさより大きくなるので、変形量の総和が移動ベクトルに等しくなるように、仮想的な変位ベクトルを計算によって求める必要がある。

【0016】例えば、図5のように制御点が3つの場合について考える。移動ベクトルをV1, V2, V3とし、求める仮想的な変位ベクトルをW1, W2, W3とする。このとき、Ai jを点jから点iへの影響度としたとき

【0017】

【数1】

… (数1)

※り、仮想的な変位ベクトルW1, W2, W3は計算できる。

【0020】一般には、

【0021】

【数2】

… (数2)

御点からの距離に依存させて求める。このとき、影響範囲をd、任意の頂点における制御点からの距離をrとするとき、制御点からの距離に依存した影響度aは、 $a = f(r)$ により与えられる。 $f(r)$ は、 r が0のとき1となり、 r がd以上のとき0となる関数であり、例えば、

【0024】

【数3】

$$f(r) = \begin{cases} (1 + \cos(\pi \cdot r/d))/2 & (0 \leq r \leq d) \\ 0 & (d \leq r) \end{cases}$$

【0025】とすればよい。任意の頂点における変形量は、仮想的な変位ベクトルに影響度aを乗じたものとなる。他の制御点に関しても同様にして、変形量を求める。この変形量の総和が実際の変形量となる。ここで求められた変形量を物体の頂点データに加えて変形を行う。

【0026】以上のようにして、本発明を用いて、図6のようなユーザ所望の滑らかな形状変形が可能となる。

【0027】

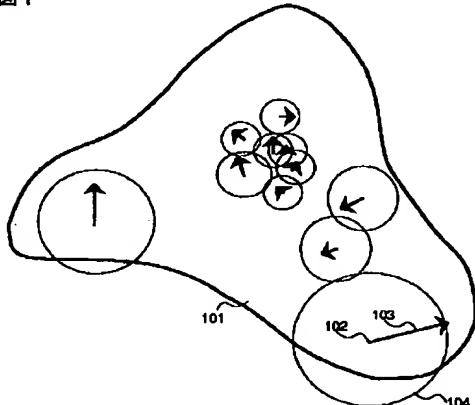
【発明の効果】本発明の方法を用いることにより、ユーザは制御点の動きを対話的に入力するだけで三次元物体表面形状の変形をきめ細かに指定することができ、三次元物体表面上で制御点に対応する点以外の領域の動きもユーザの意図にあったものとなり、三次元物体表面形状の複雑な変形操作が容易に行えるようになる。

*

20

【図1】

図1



$$\begin{aligned} &(0 \leq r \leq d) \\ &(d \leq r) \end{aligned} \cdots \text{ (数3)}$$

* 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の処理の概念図

【図2】本発明の処理の概要図

【図3】本発明のシステム構成図

【図4】移動ベクトルの影響範囲が一定の場合の形状変形の説明図

【図5】仮想的な変位ベクトルを用いた形状変形の説明図

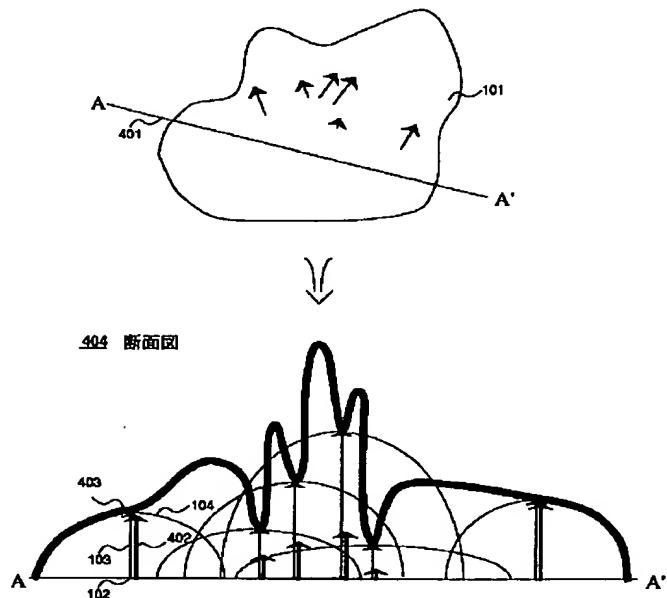
【図6】本発明による形状変形の説明図

【符号の説明】

101…多面体から構成される三次元物体、102…制御点、103…移動ベクトル、104…移動ベクトルの影響範囲、401…変形する三次元物体の切り口、402…仮想的な変位ベクトル、403…変形後の形状、404…物体変形時の断面図。

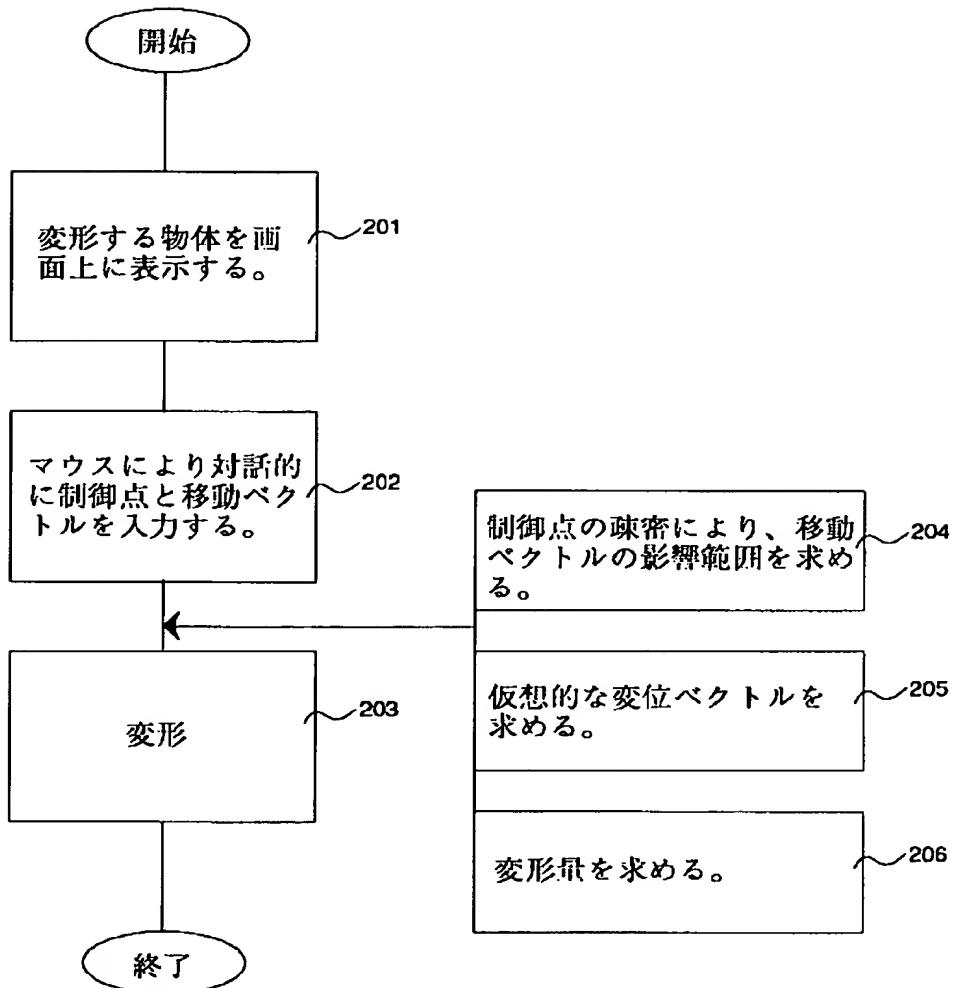
【図4】

図4



【図2】

図2



【図5】

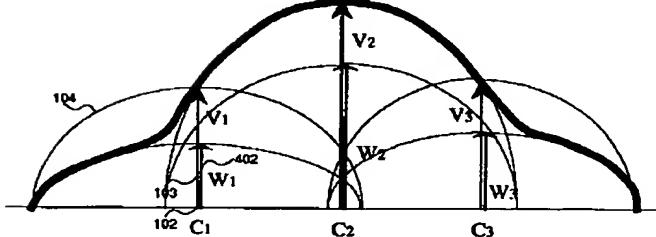


図5

【図6】

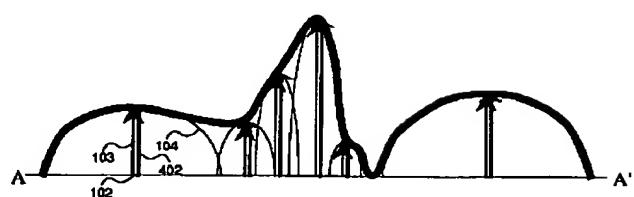


図6

【図3】

図3

